

TRANSPORT ET DISTRIBUTION DU BÉNOMYL DANS LES PALMIERS A HUILE AU STADE DE LA PÉPINIÈRE

J. L. RENARD

Directeur du Département de Phytopathologie (1)
Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux

INTRODUCTION

Les propriétés du bénomyl (produit commercial : Benlate ⁽²⁾), fongicide systémique, ont été démontrées sur un grand nombre de plantes. Ce produit peut, soit être absorbé par les racines puis migrer dans les feuilles et agir aussi bien contre des parasites vasculaires que foliaires, soit pénétrer directement dans les tissus foliaires lorsqu'il est pulvérisé sur le feuillage. Clemons et Sisler [4] ont montré qu'en solution aqueuse ou dans la plante, le bénomyl est rapidement décomposé en méthyl-2 benzimidazole carbamate (MBC), substance à l'origine des propriétés fongicides du Benlate.

Dans le but de connaître les possibilités d'utilisation du Benlate sur le palmier à huile, nous avons étudié le transport et la distribution du bénomyl dans la plante. Nous exposerons dans cet article les méthodes utilisées, les résultats obtenus ainsi que les perspectives

d'avenir qu'offre le Benlate en matière de lutte contre les maladies cryptogamiques du palmier à huile.

TECHNIQUES ET MÉTHODES

Des jeunes palmiers à huile prélevés en pépinière ont été utilisés pour l'expérimentation. Trois types de traitements ont été appliqués :

- arrosage du sol avec des suspensions de bénomyl dans l'eau, à différentes concentrations ;
- pulvérisations foliaires ;
- immersion complète d'une feuille non découpée, dans une suspension de fongicide (1 g/l d'eau).

La présence du bénomyl dans la plante a été décelée par un test biologique. Une pastille de 2 cm de diamètre découpée dans le limbe, stérilisée, est déposée en boîte de Pétri sur 10 ml de milieu Malt (2 p. 100) gélosé renfermant 1 ml d'une suspension de spores de *Penicillium expansum* obtenue en ajoutant 100 ml d'eau stérile à une culture en tube âgée de 10 jours du *Penicillium*. Le bénomyl contenu dans les feuilles diffuse dans la gélose et inhibe le développement du champignon (Fig. 1).

(1) Plantation Expérimentale R. Michaux, BP 8, Dabou (Côte d'Ivoire).

(2) Commercialisé par La Quinoléine, Pepro et Sepic.

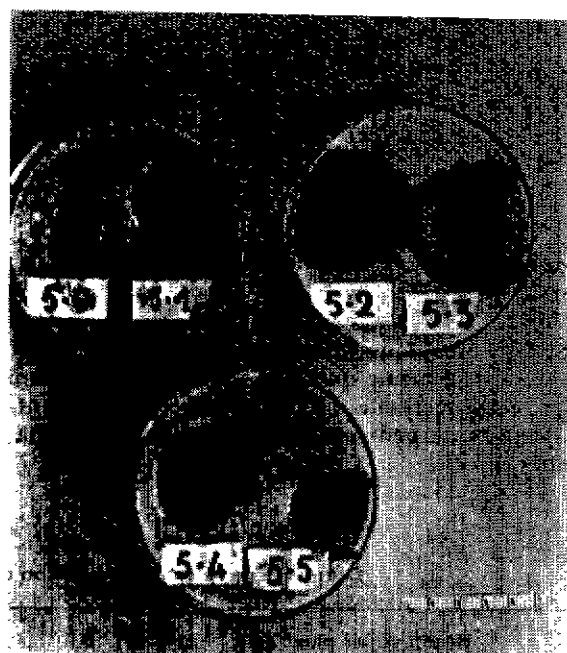
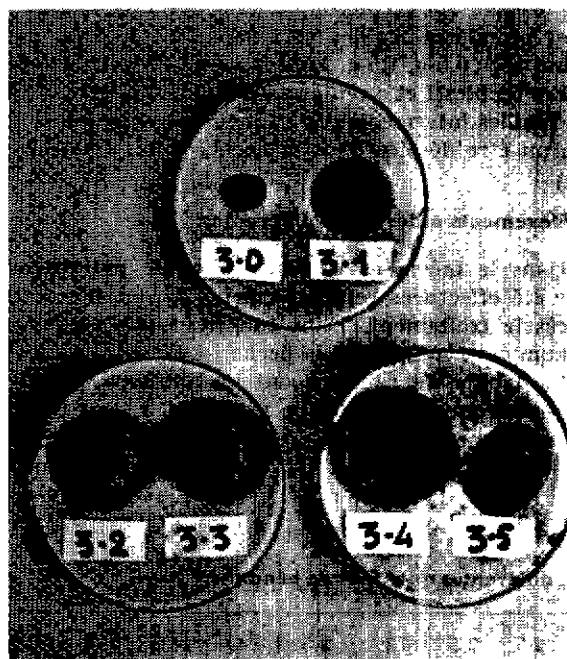


FIG. 1. — Zone d'inhibition provoquée par la présence de bénomyl dans les feuilles.

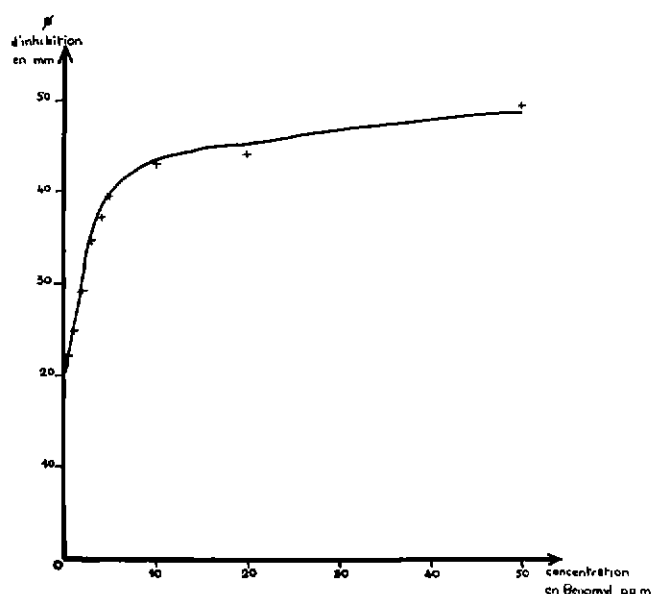
Plant n° 3 ayant reçu 1,5 g de bénomyl : 3.0. flèche = aucune inhibition ; 3.1. feuille 1 = faible inhibition ; 3.2, 3, 4 feuilles 2, 3, 4 = inhibition importante ; 3.5. feuille 5 = inhibition plus faible que pour les feuilles 2, 3, 4.
Plant n° 5 ayant reçu 2,5 g de bénomyl : résultats identiques à ceux obtenus avec le plant n° 3.

TABLEAU I

Inhibition du développement du *Penicillium expansum* en fonction de la concentration en bénomyl

Bénomyl ppm	50	20	10	5	4	3	2	1	0,5
Diamètre de la zone d'inhibition en mm (y compris le disque : 20 mm)	49,3	44,0	43,0	38,6	37	34,6	28,8	24,3	22,0
Poids de bénomyl correspondant en µg	2,35	0,94	0,47	0,23	0,19	0,14	0,09	0,05	0,02

Une courbe étalon a été établie à partir de disques de papier-filtre de même diamètre, imbibés de différentes concentrations dans l'eau de bénomyl puis séchés avant d'être déposés sur le milieu gélosé préparé comme précédemment. Le fongicide diffuse dans la gélose et inhibe le développement et la croissance du champignon à des distances variables. Le diamètre de la zone d'inhibition, y compris la pastille, est mesuré après 48 heures d'incubation à 25 °C. (Tabl. I, Fig. 2). Nous avons mentionné dans les tableaux suivants la largeur de la zone d'inhibition comprise entre la rondelle de feuille et la limite de développement du *Penicillium expansum*.

FIG. 2. — Inhibition de la germination des spores de *Penicillium expansum* en fonction de la concentration de bénomyl.

Si l'on admet que la diffusion à partir du disque foliaire est la même que celle obtenue avec le papier-filtre, cette méthode permet de déceler des quantités très faibles de bénomyl dans les échantillons foliaires (Tabl. I).

TRAITEMENT PAR ARROSAGE DU SOL

Présence du fongicide dans les feuilles.

Dix palmiers ont reçu par arrosage des quantités croissantes de bénomyl (0,5 g, 1 g, 1,5 g, ..., 5 g) et un onzième palmier non traité a été pris comme témoin. La présence de bénomyl dans les feuilles a pu être détectée dès le troisième jour qui a suivi l'application. Des prélèvements effectués huit jours après le traitement sur tous les plants à l'extrémité de la feuille d'ordre 2 montrent que le diamètre de la zone d'inhibition est maximal pour la dose de 2 g de produit et que ces zones ont des diamètres sensiblement comparables pour les gammes des doses plus faibles ou plus fortes.

Des variations existent cependant d'une plante à l'autre mais aucun pic ne se détache nettement (Tabl. II) et il semble que, pendant la première semaine qui suit le traitement, les quantités de bénomyl absorbées par la plante soient indépendantes des doses disponibles dans le sol. Ce résultat rejoint les observations de Hock *et al.* [7] sur l'absorption du bénomyl par de jeunes plants d'ormes.

Distribution dans les différentes feuilles.

Sur ces mêmes plants, 15 jours après ce traitement, des disques ont été découpés dans la partie apicale des cinq premières feuilles et dans la flèche des plants ayant reçu 0,5 g, 1,5 g, 2,5 g, 3,5 g et 4,5 g de bénomyl.

Les feuilles 1 et 5 renferment moins de fongicide que les feuilles intermédiaires et aucune trace de bénomyl n'a pu être décelée dans la flèche (Tabl. III, Fig. 1).

Prélèvements à des dates différentes.

Dans le même essai, trois séries de prélèvements ont été effectuées respectivement 2, 5 et 9 semaines après le traitement. Dans tous les cas, l'absence de bénomyl est nette dans la flèche.

La feuille de rang 1 contient toujours moins de bénomyl que les feuilles de rang 2 et 3 et la feuille 7 en renferme plus que la feuille 1, mais en moyenne moins que les feuilles 2 et 3 (Tabl. IV). Les quantités

TABLEAU II

Diamètre de la zone d'inhibition obtenue avec différentes quantités de bénomyl

Bénomyl par plant en g	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	Témoin
Diamètre de la zone d'inhibition (feuille 2) en mm y compris les 20 mm du disque	27	24	30	50	46	36	32	46	30	30	20

de bénomyl dans les feuilles se maintiennent au même niveau pendant au moins cinq semaines ; à la neuvième semaine, on observe une diminution de la teneur en fongicide dans les feuilles 1, 2 et 3 alors que la teneur est assez stable dans la feuille 7, voire même en légère augmentation.

TABLEAU III

Distribution du bénomyl dans les différentes feuilles et incidence de la quantité de fongicide appliquée (largeur de la zone d'inhibition en mm comprise entre le disque et la limite de développement du *Penicillium*)

Rang de la feuille \ Quantité de bénomyl par plant	0	1	2	3	4	5
0,5 g	0	5	7	11	2	5
1,5 g	0	4	8	8	6	5
2,5 g	0	5	11	11	9	5
3,5 g	0	0*	5	4	8	3
4,5 g	0	3	5	4	5	2

* Très jeune feuille de rang 1, pouvant être encore assimilée à la flèche.

TABLEAU IV

Distribution du bénomyl dans la plante au cours du temps évaluée par la largeur en mm des zones d'inhibition comprises entre le disque et la limite du développement du *Penicillium*

Rang de la feuille	Quantité de bénomyl appliquée en g	Temps écoulé entre le traitement et le prélèvement		
		2 semaines	5 semaines	9 semaines
0	0,5	0	0	0
	1,5	0	0	0
	2,5	0	0	0
	4,0	0	0	0
1	0,5	5	5	0
	1,5	4	4	2
	2,5	5	5	4
	4,0	0	5	3
2	0,5	7	7	2
	1,5	8	8	3
	2,5	11	11	4
	4,0	5	4	5
3	0,5	11	11	2
	1,5	8	8	7
	2,5	11	11	9
	4,0	4	8	7
7	0,5	10	10	8
	1,5	5	5	6
	2,5	5	5	8
	4,0	8	8	6

Le fait le plus marquant dans ces résultats est l'absence de bénomyl dans la flèche et sa brusque apparition dans la feuille de rang 1. Si le phénomène résultait d'une accumulation progressive de bénomyl dans les organes jeunes, on devrait pouvoir déceler dans certains échantillons prélevés à différents stades de la flèche, de faibles zones d'inhibition. Or ceci n'a jamais été observé au cours de notre expérimentation

et tout se passe comme si le fongicide était transporté par la sève dans les organes où le système vasculaire est le mieux différencié.

Répartition du fongicide dans le limbe.

Dans cet essai, deux lots de trois plants de 5 feuilles ont reçu respectivement 0,5 g et 1 g de bénomyl par palmier. Les feuilles entières de rang 1, 2 et 3 ont été découpées en bandes longitudinales d'environ 1 à 2 cm de longueur puis fractionnées dans le sens transversal en fragments d'environ 2 à 3 cm de largeur. En repérant la position de ces rectangles dans le limbe, on a pu déterminer la répartition du fongicide dans les feuilles. Comme le montre la figure 3, le fongicide migre progressivement de la base vers l'extrémité de la feuille (Fig. 3 a) et sa concentration est plus forte à proximité de la nervure centrale (Fig. 3 b) pendant la semaine qui suit l'application.

Les feuilles d'un plant ayant reçu 1 g de bénomyl sont plus vite envahies par le fongicide que celles n'ayant reçu que 0,5 g. Dans les deux cas, deux semaines après le traitement, la base de la feuille s'est appauvrie en bénomyl, sa teneur est par contre plus élevée à l'extrémité du limbe (Fig. 3 c). Il existe encore des plages assez bien pourvues en bénomyl le long de la nervure centrale et sur les bords de la partie moyenne de la feuille.

Cette répartition du bénomyl dans les feuilles a été signalée par Baron [1] sur le bananier, par Peterson *et al.* [9] sur le haricot et par Hammett *et al.* [5] sur les Cucurbitacées. Dans le cas du palmier, cette accumulation à l'extrémité et en bordure des feuilles n'a pas provoqué de phytotoxicité comme cela a été le cas sur le bananier, le haricot ou les Cucurbitacées.

Rémanence.

Chacun des cinq plants de cet essai a reçu par arrosage 0,5 g de bénomyl. Les plants sont restés pendant toute la durée de l'expérience à l'abri des pluies. Deux mois, quatre mois et six mois après l'application du produit, des prélèvements ont été effectués sur les feuilles de rang 1, 2, 3. A 6 mois, il a encore été possible de détecter le fongicide dans les feuilles (Tabl. V). La feuille de rang 1 renferme moins de bénomyl que celles de rang 2 et 3. Les résultats sont assez variables d'un plant à l'autre ; cependant, dans l'ensemble et sur un même plant, on peut constater une diminution assez nette de la teneur en bénomyl six mois après le traitement.

Cette rémanence particulièrement longue a pu également être mise en évidence dans le sol. Dans un sol traité avec 3 g de bénomyl par m² (30 ppm sur une épaisseur de 10 cm) on a pu déceler, 50 jours après l'application dans un échantillon composite d'un kilogramme dilué dans 500 ml d'eau, une teneur en bénomyl équivalente à 13 ppm. On a vu précédemment que l'absorption de bénomyl par la plante était peu dépendante de la concentration du produit dans le sol. Il est par conséquent vraisemblable que la rémanence du fongicide dans les feuilles relève de deux processus : la rémanence propre du produit dans le végétal et la rémanence dans le sol qui permet à la plante d'absorber le bénomyl tant qu'il subsiste dans le substrat. Hine *et al.* [6] ont signalé une rémanence de 22 semaines du bénomyl dans le sol.

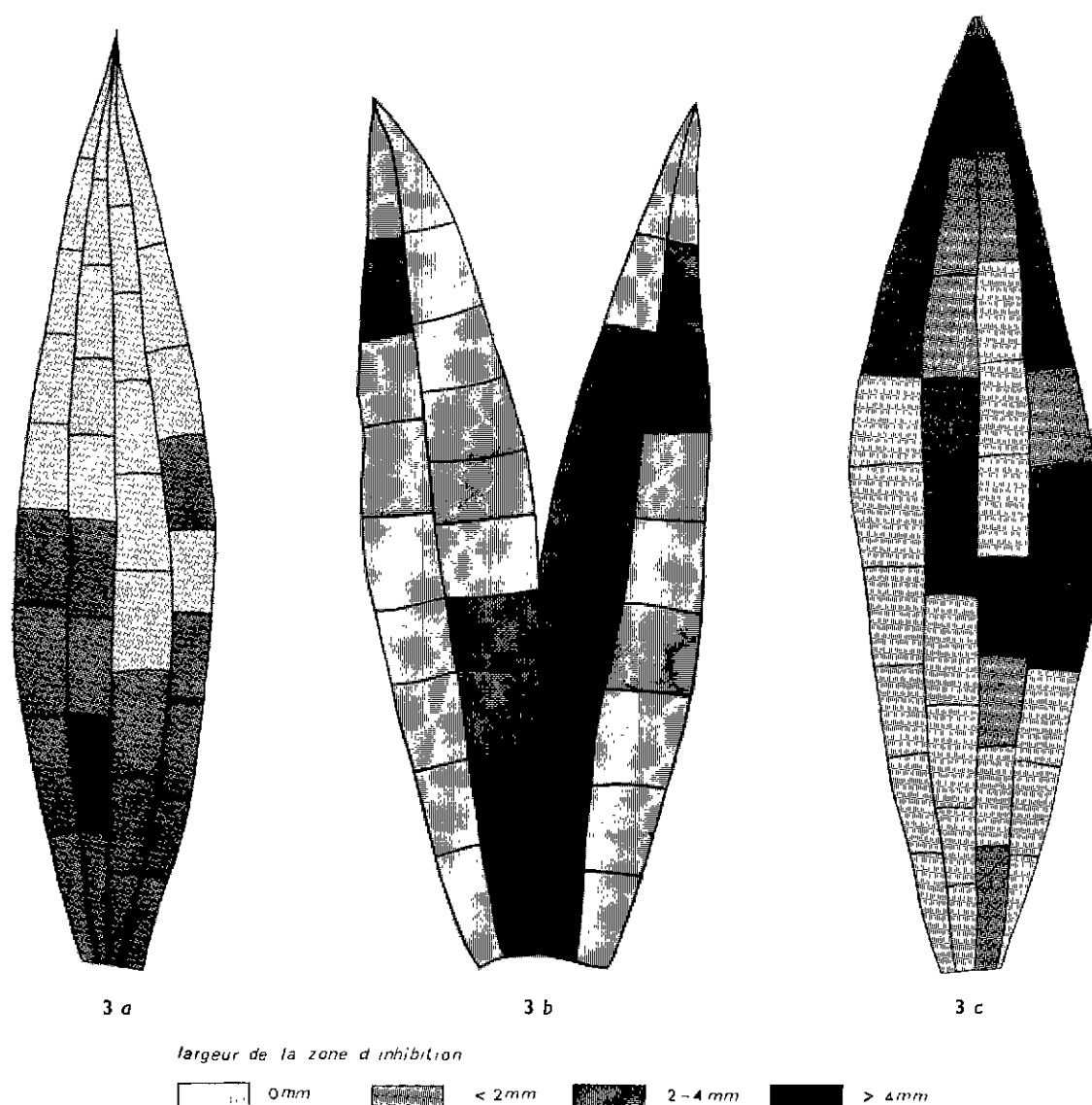


FIG. 3. — Migration de benomyl dans les feuilles.

a : Front de progression de la base vers l'extrémité (feuille 2).
 b : Progression le long des nervures principales (feuille 1).
 c : Localisation à l'extrémité et sur les bords (feuille 1).

TABLEAU V

Rémanence du benomyl dans les feuilles

Plant n°	Largeur de la zone d'inhibition (en mm)								
	Feuille 1			Feuille 2			Feuille 3		
	2 mois	4 mois	6 mois	2 mois	4 mois	6 mois	2 mois	4 mois	6 mois
1	2	0	0	5	6	4	10	8	6
2	2	0	0	3	6	3	2	8	3
3	0	1	0	0	4	0	0	3	1
4	0	2	1	1	7	4	5	1	7
5	0	0	0	0	1	0	2	3	3

TRAITEMENT FOLIAIRE

Pulvérisation foliaire.

Les pulvérisations foliaires ont été faites soit à la face supérieure des feuilles, soit à la face inférieure

avec une suspension de benomyl contenant 1,5 g de matière active par litre. Cinq jours après le traitement, des rondelles de 20 mm de diamètre sont découpées dans les feuilles au préalable essuyées avec 5 cotons humides pour débarrasser les surfaces des restes de

fongicide. Dans ces conditions, seul le bénomyl absorbé est dosé. Nous donnons ici les résultats d'un traitement représentatif des différents essais, effectué sur six plants (Tabl. VI).

TABLEAU VI

**Influence de la localisation du traitement
sur la pénétration du bénomyl dans le feuillage**

	Plant n°	Largeur de la zone d'inhibition (en mm)				
		Feuille n°				
		f 1	f 2	f 3	f 4	f 5
Pulvérisation à la face supérieure	1	3	8	0	0	2
	2	6	0	0	0	1
	3	1	1	2	2	0
Pulvérisation à la face inférieure	4	4	3	4	5	3
	5	7	10	9	9	10
	6	3	7	2	6	4

L'absorption du bénomyl par la face inférieure de la feuille est plus importante que par la face supérieure. Ceci s'explique par la morphologie de la feuille qui possède une cuticule de faible épaisseur et un très grand nombre de stomates à la face inférieure, alors que la face supérieure est cireuse et possède seulement un petit nombre de stomates.

L'existence de bénomyl dans quelques pastilles prélevées sur les feuilles traitées à la face supérieure résulte du ruissellement possible du fongicide à la face inférieure, par contre sur la feuille de rang 1, où la cuticule est plus perméable, le fongicide a pu pénétrer. Ce résultat est extrêmement important sur le plan pratique puisque la meilleure protection contre les parasites sera assurée par une pulvérisation à la face inférieure des feuilles.

Traitement foliaire localisé.

Dans cet essai, le traitement consiste à immerger complètement une feuille d'un plant dans une suspension à 1 g/l de bénomyl pendant des périodes variables : 7 h, 10 h, 22 h. Lorsque la feuille est sortie du fongicide, on essuie légèrement le limbe sur les deux faces afin de supprimer le bénomyl en excès qui risque de couler dans le cœur du palmier. Trois semaines après le traitement, des pastilles sont découpées dans les différentes feuilles puis déposées sur un milieu gélosé contenant le *Penicillium expansum*. Des zones d'inhibition sont apparues d'une manière assez irrégulière dans les feuilles qui n'avaient pas été immergées. Néanmoins, la migration et la redistribution du bénomyl dans la plante paraît possible. Le passage s'effectue aussi bien en aval qu'en amont de la feuille traitée (Tabl. VII) et le phénomène est le plus net à partir de la feuille de rang 2. Aucune zone d'inhibition n'a été observée dans les feuilles de rang 1, 2, 3 et 5 lorsque l'immersion a porté sur la feuille 4.

L'intensité de la migration est plus grande après 22 h de trempage qu'après 10 h. Baron [1] a signalé la possibilité de migration dans le système vasculaire du bananier à partir des feuilles traitées au bénomyl vers les feuilles apparues après le traitement.

Peterson *et al.* [9] ont montré par contre que la présence de bénomyl dans l'écorce des tiges de haricot provenait d'un transfert latéral du produit du xylème vers l'extérieur.

TABLEAU VII

**Migration du bénomyl
à partir d'une application foliaire localisée**

Durée d'immersion	Plant n°	Rang de la feuille immergée	Largeur de la zone d'inhibition (en mm)				
			Rang de la feuille				
			f 1	f 2	f 3	f 4	f 5
7 h	1	1	12	3	0	0	0
	2	4	0	0	0	12	0
10 h	3	1	14	1	0	3	0
	4	2	2	10	1	0	0
22 h	5	2	5	13	3	2	1
	6	3	1	0	12	1	1

Dans le cas du palmier, les résultats sont encore trop fragmentaires pour savoir si cette migration pourrait compenser des traitements qui ne recouvriraient qu'incomplètement les surfaces foliaires.

CONCLUSION

Parmi les résultats obtenus, il nous semble nécessaire de mettre l'accent sur un certain nombre de points qui présentent un intérêt pratique en ce qui concerne le mode d'utilisation du Benlate pour lutter contre les maladies cryptogamiques du palmier à huile.

Le fongicide étant absorbé aussi bien par les racines que par les feuilles, il pourra être indifféremment utilisé par pulvérisation à la face inférieure du feuillage, par arrosage du sol ou bien par incorporation dans le terreau de préépipinière ou de pépinière.

La très longue rémanence dans le sol permet en un seul traitement de protéger le palmier pendant plusieurs mois. Dans le cas de traitement foliaire, où la redistribution du fongicide semble plus aléatoire, il paraît plus particulièrement recommandé d'adopter comme rythme de traitement celui de l'émission foliaire afin d'assurer une bonne protection des organes jeunes. Notons que les pertes que pourrait entraîner le lessivage des feuilles par les fortes pluies peuvent être en partie récupérées par les racines à partir des eaux de ruissellement.

Il est donc permis d'envisager des moyens de lutte efficaces et à long terme en préépipinière et en pépinière.

Des essais *in vitro* nous ont montré que la germination des spores de *Cercospora elaeidis* est inhibée à la concentration de 0,2 ppm de bénomyl et que la croissance est arrêtée à 0,1 ppm. Or des concentrations de cet ordre sont rapidement atteintes dans les feuilles qui ont été traitées. Dans le domaine des maladies vasculaires, le Benlate réduit par exemple l'apparition des symptômes du flétrissement de l'orme [8], de la verticilliose du cotonnier [3] ou de la fusariose de la tomate [2]. Les résultats n'en sont pas moins démonstratifs avec le palmier à huile. Des plantules en pépi-

nière ont été traitées avec 400 mg de benomyl par plant 8 jours avant l'inoculation avec le *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis* et de nouveau avec 400 mg de benomyl 8 jours après l'inoculation. Cinq mois

après l'inoculation, on relevait 3 p. 100 de plants atteints de fusariose dans le lot traité, alors que 50 p. 100 des plants étaient malades dans le lot témoin, inoculé non traité.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] BARON M. (1971). — Dosage, migration et distribution d'un fongicide systémique (benomyl) dans les feuilles de bananier. *Fruits*, 26, p. 643-650.
- [2] BIEHN W. L., and DIMOND A. E. (1969). — Reduction of tomato *Fusarium* wilt symptoms by 1-(butyl carbamoyl)-2-benzimidazol carbamic acid, methyl ester. *Phytopathology*, 59, p. 397 (Abstr.).
- [3] BOOTH J. A., RAWLIWS T. E. and CHEW C. F. (1971). — Field treatments for control of cotton *Verticillium* wilt with Benomyl surfactant combinations. *Plant Dis. Rep.*, 55, p. 569-572.
- [4] CLEMONS G. P. and SISLER H. D. (1969). — Formation of a fungitoxic derivative from Benlate. *Phytopathology*, 59, p. 705-706.
- [5] HAMMETT K. R. W. (1968). — Root application of a systemic fungicide for control of powdery mildews. *Plant Dis. Rep.*, 52, p. 754-758.
- [6] HINE R. B., JOHNSON D. L. and WENGER C. J. (1969). — The persistency of two benzimidazole fungicides in soil and their fungistatic activity against *Phymatotrichum omnivorum*. *Phytopathology*, 59, p. 798-801.
- [7] HOCK W. K., SCHREIBER L. R. and ROBERTS B. R. (1970). — Factors influencing uptake, concentration, and persistence of benomyl in American elm seedlings. *Phytopathology*, 60, p. 1619-1622.
- [8] HOCK W. K., SCHREIBER L. R. and ROBERTS B. R. (1970). — Suppression of Dutch elm disease in American elm seedlings by benomyl. *Phytopathology*, 60, p. 391-392.
- [9] PETERSON C. A. and EDGINGTON L. V. (1970). — Transport of the systemic fungicide, benomyl, in bean plants. *Phytopathology*, 60, p. 475-478.

